

PRV

PATENT- OCH REGISTRERINGSVERKET
Patentavdelningen

CT/SE 03 01176

H2

Intyg
Certificate

REC'D 17 JUL 2003

WIPO PCT

Härmed intygas att bifogade kopior överensstämmer med de
handlingar som ursprungligen ingivits till Patent- och
registreringsverket i nedannämnda ansökan.

This is to certify that the annexed is a true copy of
the documents as originally filed with the Patent- and
Registration Office in connection with the following
patent application.

(71) Sökande *Tekniska Verken i Linköping AB, Linköping SE*
Applicant (s)

(21) Patentansökningsnummer 0202428-9
Patent application number

(86) Ingivningsdatum 2002-08-14
Date of filing

Stockholm, 2003-07-09

För Patent- och registreringsverket
For the Patent- and Registration Office

Sonia André
Sonia André

Avgift
Fee

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

BEST AVAILABLE COPY

AWAPATENT AB

TEKNISKA VERKEN I LINKÖPING

AB

Kontor/Handläggare
Växjö/Erik Simonsson/ESN

Ansökningsnr

Vår referens
SE-2023121

Ink. i Föret. (jh nyhet)

1

- 14

SÄTT OCH ANORDNING FÖR FRAMSTÄLLNING AV BIOGAS

Huvudtänkaren Kossan

Tekniskt område

Föreliggande uppfinning avser ett sätt att framställa biogas genom anaerob rötning av ett organiskt material.

Föreliggande uppfinning avser även en anordning för framställning av biogas genom anaerob rötning av ett organiskt material, vilken anordning innehållar en förslutbar, väsentligen gastät reaktor, som har ett inlopp för organiskt material och utlopp för bildad biogas och bildat rötslam.

Teknisk bakgrund

Rötning av organiskt avfall utnyttjas vid ett flertal processer för att minska avfalls volymer och samtidigt producera biogas. Vid rötningen blandas det organiska avfallet med en bakteriekultur och rötas sedan under anaeroba betingelser. Under rötningen bryts det organiska avfallet ned varvid biogas, som huvudsakligen består av metan och koldioxid, och rötslam bildas.

US 4,652,374 i namnet Cohen beskriver ett sätt att i två steg röta organiskt avfall. Det fasta organiska avfallet mals på sådant sätt att 80% har en storlek av 0,25-1,5 mm. I ett första steg sker en syrahydrolyt. Vätskan från det första steget avskiljs och matas till ett andra steg där den huvudsakliga metanbildningen sker.

US 4,386,159 i namnet Kanai beskriver ett sätt att röta organiskt avfallsmaterial med ett visst förhållande mellan kol och kväve. Det organiska avfallsmaterialet mals till en juiceliknande vätska och blandas sedan med ett bakterieinnehållande slam i en tank. Rötningen får sedan fortgå i tanken utan omrörning under ca 5-7 dagar.

+46 470 20867

HKT Patent och registrat

2002-08-14

Huvudingen Klasson 2

Det är ett problem vid ovan nämnda processer att framställningen av biogas är ineffektiv och att biogasen därför blir dyr.

5 Sammanfattning av uppföringen

Det är ett åndamål med föreliggande uppföring att åstadkomma ett sätt att framställa biogas vid vilket sätt de ovan nämnda nackdelarna undanröjes eller väsentligt minskas och således åstadkomma ett sätt att framställa biogas på ett effektivare sätt.

Närmare bestämt åstadkommer uppföringen ett sätt att framställa biogas genom anaerob rötning av ett organiskt material, vilket sätt kännetecknas av att ett organiskt material mals,
15 att det organiska materialet blandas med en vätska för att bilda ett slam med en torrsubstanshalt av 15-45 vikt% TS,
att slammet bringas i kontakt med biogasalstrande bakterier för rötning under anaeroba betingelser i en
20 reaktor, och
att slammet rötas under alstring av biogas.

Uppföringen avser även en anordning för framställning av biogas genom anaerob rötning av ett organiskt material, vilken anordning innehåller en
25 försiktig, väsentligen gastät reaktor, som har ett inlopp för organiskt material och utlopp för bildad biogas och bildat rötslam, vilken anordning kännetecknas av att den innehåller en förblandningstank för blandning av ett malt organiskt material med en vätska till ett
30 slam med en torrsubstanshalt av 15-45 vikt% TS och en matningsledning för matning av slammet till reaktorn.

Ytterligare fördelar och kännetecken hos uppföringen framgår av nedanstående beskrivning och de efterföljande patentkraven.

Inkt Pct

Förslag i 4

3

Huvud

Kortfattad beskrivning av ritningarna

Uppfinningen kommer nu att beskrivas mer i detalj med hjälp av icke begränsande utföringsexempel och under hänvisning till bifogade ritningar.

5 Fig 1 visar en anordning för framställning av biogas enligt en första utföringsform av uppföringen.

Fig 2 visar en anordning för framställning av biogas enligt en andra utföringsform av uppföringen.

10 Fig 3 visar en anordning för framställning av biogas enligt en tredje utföringsform av uppföringen.

Fig 4 visar en anordning för framställning av biogas enligt en fjärde utföringsform uppföringen.

Fig 5 visar schematiskt en anordning som används vid exemplifierande rötningsförsök.

15 Fig 6 visar produktion av biogas per ton VS och dygn i ett första exemplifierande försök.

Fig 7 visar de halter av flyktiga fettsyror som uppmätts vid det första exemplifierande försöket.

20 Fig 8 visar produktion av biogas per ton VS och dygn i ett andra exemplifierande försök.

Fig 9 visar produktion av biogas per ton VS och dygn i ett tredje exemplifierande försök.

Detaljerad beskrivning av uppföringen

25 I föreliggande ansökan avser enheten "vikt% TS" ett materials torrsubstanshalt. Torrsubstansen för ett material mäts enligt svensk standard SS 02 81 13 genom att materialet vägs före mätningen och sedan värmes vid 105°C i 20 timmar så att vatten avgår. Materialet vägs sedan åter. Torrsubstanshalten i vikt% TS beräknas sedan genom:

$$\text{vikt\% TS} = \frac{\text{vikt efter värmning till } 105^{\circ}\text{C}}{\text{vikt före värmning}} * 100 \%$$

35

Inn i Patent (patent)

2602 (1-14)

Högerflöjts r. v.

4

Exempelvis avser 90 vikt% TS ett material där 90% av materialets ursprungsvikt återstår efter det att materialet värmits till 105°C under 20 h.

I föreliggande ansökan avser enheten "vikt% VS" ett materials halt av flyktigt organiskt material, nedan kallat VS-halten. För att bestämma VS-halten bestäms först materialets torrsubstans och därefter dess glödgningsrest. Glödgningsresten kan bestämmas i enlighet med svensk standard SS 02 81 13 genom att ett material som indunstats vid 105°C i 20 h enligt ovan glödgas i 2 h vid 550°C. VS-halten, där VS står för Volatile Solids, avser i föreliggande ansökan materialets torra vikt, dvs vikten efter indunstning vid 105°C i 20 h, minskat med glödgningsresten och därefter delat med materialets torra vikt, dvs vikten efter indunstning vid 105°C i 20 h.

Materialets VS-halt i vikt% VS beräknas således som:

$$\text{vikt\% VS} = \frac{\text{vikt efter } 105^\circ\text{C} - \text{vikt efter } 550^\circ\text{C}}{\text{vikt efter } 105^\circ\text{C}} * 100 \%$$

20

Exempelvis avser en VS-halt av 85 vikt% VS att 85% av materialets torra vikt, dvs av materialets vikt efter värmning till 105°C i 20 h, utgörs av organiska, flyktiga föreningar medan 15% utgörs av glödgningsrest.

Enheten "g VS per dygn" avser i analogi med enheten vikt% VS en mängd flyktigt organiskt material i gram per dygn enligt ovan. Den mängd flyktigt organiskt material som tillförs reaktorn, dvs g VS, bestämmer hur mycket 30 biogas som kan bildas eftersom biogasen bildas ur det flyktiga organiska materialet (och ej ur glödgningsresten eller vatteninnehållet).

Med "utrötningsgrad" avses i föreliggande ansökan den andel av ett till en rötningsreaktor infört material 35 som omvandlas till biogas i rötkammaren. Om exempelvis 10 g VS per dygn tillförs en reaktor i form av rötbart material och det rötslam som avlägsnas från reaktorn

Ink i Patent- och registreringsverket

5 5000-111-14

innehåller motsvarande 2 g VS per dygn är utrötningsgraden 80%. De bakterier som bortföres med avlägsnat rötslam innehåller en del g VS varför 100% utrötningsgrad enligt ovanstående definition inte kan uppnås i
5 praktiken.

10 Vid uppförningen bringas ett malt organiskt material, som blandats med en vätska till ett slam med en hög torrsubstanshalt, i kontakt med biogasalstrande bakterier för rötning under anaeroba förhållanden. Den höga torrsubstanshalten i slammet gör att en viss mängd biogas kan framställas i en mindre reaktor än vad som tidigare varit möjligt. Således kan biogas framställas till en lägre kostnad med hjälp av föreliggande uppföring.

15 Det har visat sig nödvändigt att det organiska materialet i sig har en hög torrsubstanshalt för att ett slam med mycket hög torrsubstanshalt skall kunna åstadkommas.

20 Ett exempel på organiskt material som är lämpligt att utnyttja vid föreliggande uppföring är torkad grönmassa. Med grönmassa avses i föreliggande uppföring växter, som är av den typ som utnyttjar fotosyntes för uppbyggnad av växtmassan. Grönmassan kan med fördel utgöras av olika lantbruksprodukter såsom ensilage, halm, 25 spannmål, spannmålsrens, ryps, raps, solrosor, majs, sockerbetor, rovor, kål, potatis, melass, ärtor, bönor, linser, lin samt vallväxter, såsom lusern, gräs och klöver. Lantbruksprodukter är ofta tillgängliga i stora mängder och har ofta stort energiinnehåll. Dessutom har lantbruksprodukterna ofta ett innehåll av spårämnen som 30 gör att det alstrade rötslammet är mycket lämpligt att utnyttja som gödselmedel på åkermark. En ytterligare fördel med de ovan nämnda lantbruksprodukterna är att de inte innehåller några harmfulla bakterier. Således kan 35 den uppvärmning till åtminstone 70°C under minst 1 h, kallad hygienisering, som är nödvändig vid exempelvis hushållsavfall och slakteriavfall, undvikas med minskade

2002-08-14

Huvudfakten Kostan

6

produktionskostnader som följd. Även produkter, såsom gräsklipp, väghalm, naturslätter och löv, som normalt uppstår vid kommunal verksamhet kan utnyttjas vid rötningen. För att kunna utnyttja de ovan nämnda exemplen

5 på grönmassa är det i de flesta fall nödvändigt att först torka dem till en hög torrsubstanshalt, eftersom många av nämnda grönmassor har en ursprunglig torrsubstanshalt av endast 15-35 vikt% TS. Torkningen av grönmassan har flera fördelar. Förutom att ett slam med större torrsubstans-

10 halt kan införas i reaktorn blir det även enklare att transportera och lagra grönmassan. Således kan grönmassan skördas och torkas vid en tidpunkt på året när tillgången på grönmassa är god för att sedan rötas under en utsträckt tidsperiod. Den torkade grönmassan är också

15 betydligt billigare att transportera eftersom en stor mängd vatten har avlägsnats. Grönmassan bör torkas till en torrhalt av åtminstone 50 vikt% TS. En torkning till åtminstone 70 vikt% TS, än mer föredraget åtminstone 80 vikt% TS, har visat sig ge en än effektivare rötning i

20 reaktorn och minskar den mängd vatten som tillförs reaktorn.

Rötningen i rötkammaren får störst effektivitet om det organiska materialet mals innan det införs i rötkammaren. Malningen gör materialet mer tillgängligt för 25 de biogasalstrande bakterierna och påskyndar därmed rötningen. Grönmassa kan malas före ovan nämnda torkning. En sådan malning av ett "blött" material är dock ganska svår att utföra och resulterar ofta, i synnerhet vid grönmassor med låg torrsubstanshalt, i en svårhanterlig 30 slurry. Av detta skäl är det ofta föredraget att först torka grönmassan och sedan mala den till önskad storlek. En lämplig storlek på det malda materialet ur rötnings-synvinkel har visat sig vara ca 0,5-3 mm, dvs huvuddelen, åtminstone ca 80 vikt%, av materialet bör ha en storlek i 35 detta intervall efter malningen. En malning till mindre storlekar, tex under 0,1 mm, ökar problemen med damning och ökar energiförbrukningen vid malningen utan att

Ink. t. Patent- och rej. v. kat

2002-03-14

7

Huvudkassen Kassan

rötningen blir väsentligt snabbare. Vid större storlekar på det malda materialet, såsom storlekar större än 5 mm, blir rötningsförlöppet längsammare vilket innebär att en större reaktor krävs. I vissa fall, vid exempelvis 5 kompakta grönmassor som potatis, sockerbetor och kål, är det lämpligt att skära grönmassan i flingor, exempelvis flingor med en storlek av 10-30 mm, innan grönmassan torkas för åstadkommande av bästa effektivitet i torkningsprocessen. Ett exempel på en typ av tork som är 10 lämplig för torkning av grönmassa är roterugn.

Det har visat sig särskilt lämpligt att pelletera den torkade grönmassan efter torkningen. Pelleteringen överför den torkade grönmassan i en form som är lätt att hantera och transportera. Sålunda kan grönmassa torkas 15 och pelleteras lokalt och transporteras till storskaliga regionala anläggningar för framställning av biogas. En ytterligare fördel är att olika typer av pelleterade grönmassor enkelt kan doseras i önskat inbördes förhållande till reaktorn för åstadkommande av en kemisk 20 sammansättning i reaktorn som ger de biogasalstrande bakterierna goda förutsättningar för tillväxt. Vid användning av pelleterade grönmassor är det föredraget att mala pelleten innan den införs i reaktorn. Vid själva pelleteringen åstadkommes en viss komaktering av den 25 torkade grönmassan. Malningen gör det pelleterade materialet mer tillgängligt för de biogasalstrande bakterierna och ökar rötningshastigheten. Då det pelleterade materialet ofta har malts redan före själva pelleteringen kan en kvarn för malning av pellets göras 30 relativt enkel. De ovan angivna storleksintervallen för malning av det torkade organiska materialet gäller även för malning av pellets.

Det har visat sig möjligt att med hjälp av torkade organiska material i allmänhet åstadkomma pumpbara slam 35 med en torrsubstanshalt av upp till ca 35 vikt% TS.

Det har överraskande visat sig möjligt att med hela och rensade korn av spannmål, som malts till ca 1 mm

2002-08-14

Huvudfaxen Kista

8

storlek, åstadkomma pumpbara slam med en torrsubstanshalt av upp till 45 vikt% TS. Med spannmål avses i föreliggande ansökan korn av sådesslagen vete, råg, korn, havre, majs och rågvete. Spannmål i form av hela och
5 rensade korn har redan vid skörden en torrsubstanshalt av ca 80-90 vikt% TS. Således kan korn av spannmål utnyttjas direkt efter skörd och rensning för beredning av ett slam med hög torrsubstanshalt. Någon torkning är således inte nödvändig, vilket minskar kostnaden för att producera
10 biogas. Vid industriell lagring av de rensade spannmålskornen krävs en försiktig torkning till en torrsubstanshalt av ca 88-95 vikt% TS. Denna torkning är dock inte särskilt energikrävande och gör att kornen enklare kan transporteras och lagras. Den mycket höga
15 torrsubstanshalten hos torkade spannmålskorn i kombination med det faktum att ett pumpbart slam med mycket hög torrsubstanshalt kan beredas av malda spannmålskorn gör att mycket lite vatten behöver tillföras reaktorn. Korn av spannmål innehåller
20 huvudsakligen stärkelse, som snabbt kan brytas ned av de biogasalstrande bakterierna, vilket ökar utrötninggraden. Spannmålen gör det möjligt att vid bipehållens uppehållstid öka den tillförda mängden organiskt material. En anordning för rötning av spannmålskorn kan
25 därför göras mycket liten och effektiv. En silo utnyttjas lämpligen för lagring av spannmålskornen. En kvarn eller kross, vilken kan vara av relativt enkel typ eftersom malningsgraden inte är särskilt hög och materialet som mals inte är särskilt slitande, utnyttjas för att mala
30 kornen. De malda kornen blandas i en förblandningstank, som kan likna en industriell degframställningstank, till ett slam med hög torrsubstanshalt och pumpas sedan av en pump till en reaktor som innehåller biogasalstrande bakterier.
35 Det har visat sig att även spannmålsrens gör det möjligt att bereda slam med mycket hög torrsubstanshalt. Spannmålsrens består huvudsakligen av skal och kasserade

Int. i Patent- och registrer-

7007-04-14

9

Huvudkoden Koden

korn från skörd och tröskning av spannmål.

Spannmålsrenset har en torrsubstanshalt av 80-90 vikt% TS. Speciellt lämpligt har det visat sig att torka, mala och pelletera spannmålsrens. Dessa spannmålsrenspellet,

5 som har en torrsubstanshalt av ca 85-95 vikt% TS, gör det möjligt att framställa slam med en torrsubstanshalt av upp till 40 vikt% TS.

Det är även möjligt att framställa ett slam med hög torrsubstanshalt av olika blandningar av spannmål och

10 torkat spannmålsrens.

För åstadkommande av ovan nämnda höga torrsubstans-
halter i slammet är det lämpligt att åtminstone hälften
av slammets totala torrsubstanshalt härrör från korn av
spannmål och/eller torkat spannmålsrens. Än mer före-
15 draget bör åtminstone 70 % av slammets totala
torrsubstanshalt och mest föredraget åtminstone 85 % av
slammets totala torrsubstanshalt härröra från korn av
spannmål och/eller torkat spannmålsrens.

Det har visat sig att det beredda slammet lämpligen
20 bör ha en torrsubstanshalt av 15-45 vikt% TS, än mer
föredraget 20-40 vikt% TS och mest föredraget 30-40 vikt%
TS. Såsom nämnts ovan är det lämpligt att utnyttja
pelleterat spannmålsrens och än hellre renade korn av
spannmål då de högsta torrsubstanshalterna skall åstad-
25 kommas. Vid jämförelse med rötning av exempelvis kogödsel
enligt känd teknik, där torrsubstanshalten i infört slam
är endast ca 6-8 vikt% TS, kan vid uppförningen med samma
uppehållstid i reaktorn utvinnas samma mängd biogas ur en
reaktor som har endast ca en fjärdedel av den volym som
30 krävs vid rötningen enligt den kända tekniken.

Slammet kan beredas på ett flertal olika sätt. Ett
föredraget sätt att alstra ett slam är att blanda det
organiska materialet, såsom korn av spannmål, med vatten,
exempelvis vattenledningsvatten, sjövatten, kondensat,
35 renat avloppsvatten eller någon annan vatteninnehållande
vättska som ur biogasproduktionshänseende är lämplig för
att tillföras reaktorn. Således kan även vatten-

10

innehållande vätskor som har lågt värde, eller är att betrakta som avfall, utnyttjas för framställning av slammet. Enligt detta sätt blandas malt material med vatten i en förblandningstank, som är försedd med en 5 kraftig omrörare med lågt varvtal. Förblandningstanken minskar risken för att luft oavsiktligt införs i reaktorn och gör det enklare att hålla kontroll på den mångd material som införs i reaktorn. Förblandningstanken ger även en vätning av det organiska materialet, vilket 10 medför att rötningen börjar snabbare i reaktorn. Ett styrsystem utnyttjas för att åstadkomma önskad torrsubstanshalt på slammet i förblandningstanken. Lämpligen utnyttjas ett satsvis förfarande för blandningen av slammet. Uppehållstiden i förblandningstanken 15 är lämpligen relativt kort, ca 5-50 minuter. I vissa fall kan dock även kontinuerliga förfaranden utnyttjas.

Den höga torrsubstanshalten i slammet har flera fördelar. Dels behöver endast lite vatten tillsättas. Vattenförbrukningen blir således låg och uppehållstiden i 20 reaktorn blir lång, vilket ger en god utrötningsgrad. En liten mångd tillfört vatten medför även en låg kostnad för värmning av tillfört vatten till önskad rötnings-temperatur. En ytterligare fördel med låg vattentillsats är att det alstrade rötslammet kommer att ha en hög 25 torrsubstanshalt vilket underlättar hantering, minskar kostnader för transport och ökar rötslamnets värde som gödselmedel. Den höga torrsubstanshalten minskar också det pumparbetet som åtgår för att pumpa in slammet i reaktorn och gör att förblandningstank, pumpar och 30 ledningar kan dimensioneras för mindre flöden. En fördel med att utnyttja väsentligen rent vatten vid tillblandning av slammet är att blandningen av slammet kan utföras i en öppen förblandningstank. Detta gör tanken billig att tillverka och enkel att övervaka.

35

Ett annat sätt att framställa ett slam är att ta ut rötslam från reaktorn och blanda detta med det malda

Brevet från Patentverket

99-00-14

Hansdalen Kvarn

11

organiska materialet i en förblandningstank till ett slam som sedan införs i reaktorn. En fördel med att utnyttja rötslam är att inget vatten utöver den lilla mängd restfukt som finns i det organiska materialet behöver 5 tillsättas. Uppehållstiden i reaktorn blir därför lång. Eftersom rötslammet innehåller bakterier kommer en viss alstring av biogas att ske redan i förblandningstanken, som lämpligen har en uppehållstid av 5-50 min.

Förblandningstanken bör vara en väsentligen gastät 10 behållare som kontinuerligt avlutas för att undvika att explosiva gasblandningar alstras då bildad biogas och luft, som följer med det malda materialet, blandas. Det är önskvärt att minimera den mängd energi som förbrukas för att pumpa rötslam till förblandningstanken och för 15 att pumpa det av organiskt material och rötslam beredda slammet till reaktorn. Av torrsubstanshalten i det sälunda beredda slammet härrör ca 3-6 vikt% TS från rötslammet varför den mängd slam som, vid given torrsubstanshalt i det bildade slammet och given mängd 20 organiskt material, måste pumpas till reaktorn blir något större jämfört med ovan beskrivna blandning med rent vatten.

Det har visat sig att ett slam med hög torrsubstanshalt, som beretts av malda lantbruksprodukter, 25 som har hög torrsubstanshalt, är mycket lämpligt för ökning av biogasproduktionen i befintliga rötningsanläggningar. I synnerhet spannmålsrens och hela, rensade korn av spannmål är mycket lämpade för detta ändamål. Det finns ett stort antal befintliga rötningsanläggningar som 30 rötar exempelvis kogödsel, slakteriavfall, kållsorterat hushållsavfall (komposterbara delen), livsmedelsavfall och slam från avloppsreningsanläggningar. Syftet med dessa befintliga anläggningar är vanligen att undanskaffa 35 ett svårhanterligt avfall. Dessa anläggningar rötar ofta ett material med låg torrhalt och lågt energinnehåll per ton avfall. Följden blir att produktionen av biogas blir

IKL 12016 och registrat

1997-03-14

12 Höger/Kören Kornean

liten. Det bildade rötslammet har en låg torrsubstanshalt och är därför svårhanterligt. Enligt en aspekt av uppfinningen beredes ett slam med hög torrsubstanshalt av ett organiskt material, företrädesvis ett material som i sig har hög torrsubstanshalt, och tillföres en reaktor där ett organiskt material av annan typ, exempelvis kogödsel, rötas. Slammet med hög torrsubstanshalt tillför mycket lite vätska till den befintliga anläggningen. Detta har den fördelen att uppehållstiden i den befintliga reaktorn inte minskar nämnvärt. Således kommer utrötninggraden, dvs den andel av det införda materialet som omvandlas under rötningprocessen, inte att minska. Det tillförda slammet, som har en hög torrsubstanshalt, har ett högt energiinnehåll per kg och kommer att öka biogasproduktionen väsentligt i anläggningen. Torrhalten i det bortförda rötslammet ökar tack vare att mer material införs i reaktorn. Detta gör rötslammet enklare att hantera. Det införda organiska materialet kommer även att öka näringssvärden i rötslammet så att detta får ett större värde som gödselmedel. Den extra näring som tack vare det organiska materialet tillförs de biogasalstrande bakterierna kan göra bakterierna aktivare genom sammarrötning, dvs att de rötade materialens näringssämnen kompletterar varandra, vilket kan leda till en ökad utrötninggrad. Den extra utrustning som krävs för att på ovan nämnda sätt effektivisera en befintlig rötningprocess är enkel, i synnerhet om ett material som i sig har hög torrsubstanshalt, exempelvis rensade korn av spannmål, utnyttjas. Sålunda kan med hjälp av uppfinningen biogasproduktionen ökas och rötslammets hanterbarhet förenklas och dess värde ökas i en befintlig rötningsanläggning. Det inses att ett slam med hög torrsubstanshalt även kan utnyttjas vid anläggningar som från början byggs för att röta ett sådant slam till sammans med ett annat organiskt material, som exempelvis kan vara vattenreningsslam, kogödsel eller något annat avfall, som önskas bortskaffas.

Int i Patent- och registr.

2002-08-14

13

Huvudboxen Kasson

Vid den typ av anläggningar där det torkade organiska avfallet utnyttjas för att öka effektiviteten i en befintlig anläggning blandas det malda organiska materialet med en vätska till ett slam som har hög torrsubstanshalt och som sedan införes i reaktorn. Det är föredraget att åtminstone 10 vikt% av den totalt tillförda torrsubstansen i slammet härrör från rensade korn av spannmål, torkat och lämpligen pelleterat spannmålsrens eller blandningar av torkat spannmålsrens och spannmål, dvs vid 1 ton TS som införs till reaktorn bör åtminstone 100 kg vara TS som härrör från spannmål eller pelleterat spannmålsrens. Än mer föredraget bör åtminstone 30 vikt% av den totalt tillförda torrsubstansen härröra från spannmål eller pelleterat spannmålsrens. Det är önskvärt att undvika att stora mängder slam pumpas runt i anläggningen. Ett cirkulerande av stora mängder slam leder till ökad energiförbrukning och kan också orsaka störningar i rötningsprocessen. Således är det lämpligt att åstadkomma ett slam som har relativt hög torrsubstanshalt. Slammet kan alstras på ett flertal olika sätt. Ett föredraget sätt är att ta ut rötslam från reaktorn och blanda detta med det malda organiska materialet i en förblandningstank. Det i förblandningstanken bildade slammet införs sedan i reaktorn. Detta har den fördelen att inget extra vatten utöver den mindre mängd restfukt som finns i spannmålen eller spannmålsrenset tillförs reaktorn. Ett annat föredraget sätt är att blanda spannmålen eller det torkade spannmålsrenset med det organiska materialet av annan typ, dvs kogödseln, vattenreningsslammet etc, som också rötas i reaktorn. Detta sätt är ofta mycket kostnadseffektivt i det att en befintlig tank kan utnyttjas som förblandningstank. Inte heller vid detta sätt tillsätts något extra vatten utöver den mindre mängd restfukt som finns i spannmålen eller spannmålsrenset till reaktorn. Ett ytterligare sätt är att i en separat förblandningstank blanda spannmålen eller spannmålsrenset

EK. L. Röntgen och partners

14

2007-01-14

med rent vatten. Detta ökar den mängd vatten som tillförs den reaktor där spannmålen eller spannmålsrenset rötas samman med ett organiskt material av annan typ, såsom kogödsel, vattenreningsslam. Spannmål och torkat och 5 pelleterat spannmål har dock den fördelen att ett slam med mycket hög torrsubstanshalt kan beredas. Den lilla mängd vatten som då krävs kan ofta accepteras. I de fall rent vatten av något skäl ändå måste tillföras reaktorn kan detta vatten lämpligen utnyttjas för beredning av 10 slammet med hög torrsubstanshalt.

Rötningen genomförs lämpligen som en kontinuerlig eller semi-kontinuerlig process, med hjälp av en tankreaktor, vilken nedan skall beskrivas mer i detalj, 15 eller med hjälp av en tubreaktor, även kallad pluggflödesreaktor. I en första ände av tubreaktorn införs till exempel spannmål och en bakteriekultur, som exempelvis kan föreligga i form av återfört rötslam, varvid rötslam och biogas tas ut i en andra ände av tubreaktorn, vilken andra ände är belägen nedströms tubreaktorns 20 första ände. Förfarandet kan även genomföras i en satsreaktor.

För att den anaeroba rötningen skall fungera är det nödvändigt att ingen luft kommer i kontakt med slammet 25 under rötning. En reaktor för användning vid sättet enligt uppförningen måste således vara lufttät. Reaktorn förses med inlopp för slam med hög torrsubstanshalt och utlopp för rötslam och biogas vilka in- och utlopp är så utformade att ingen luft kan komma in i reaktorn.

Spannmål och torkat spannmålsrens rötas lämpligen 30 under en genomsnittlig uppehållstid av ca 5-100 dygn, företrädesvis ca 40-60 dygn. Vid längre uppehållstid förbättras utrötningsgraden, men samtidigt minskar den mängd av slammet med hög torrsubstanshalt som kan 35 behandlas.

Rötningen sker vid en temperatur av 30-65°C. En högre temperatur innebär vanligen en snabbare rötning.

15 Hovedlinjen Korten

Samtidigt ökar uppvärmningskostnaderna och den tid som man har till sitt förfogande för att hinna rätta till eventuella problem i processen minskar. Vissa bakteriekulturer har även ett produktionsmaxima som ligger lägre 5 än ovan nämnda övre temperaturintervall. Det har därför visat sig att en temperatur i intervallet 36-40°C är speciellt föredragen vid föreliggande uppfinning. Det är lämpligt att göra en avvägning mellan uppehållstid, temperatur och rötningsgrad och använda den mest 10 ekonomiska kombinationen av dessa faktorer.

vid rötning i en tankreaktor är torrsubstanshalten för det i reaktorn befintliga rötslammet lämpligen ca 4-30 vikt% TS, företrädesvis ca 5-10 vikt% TS. Vid en omrörd och kontinuerligt arbetande tankreaktor kommer det 15 från reaktorn avlägsnade rötslammet att ha väsentligen samma torrsubstanshalt som det i reaktorn befintliga rötslammet.

Vid igångsättning av förfarandet införes vanligen en aktiv bakteriekultur i reaktorn. Denna bakteriekultur kan 20 till exempel utgöras av rötslam från en parallell rötningsanläggning, rötslam från ett kommunalt avloppsreningsverk eller kogödsel. Då bakteriekulturen tillväxer kan en allt större mängd av slammet med hög torrsubstanshalt tillföras reaktorn. En alltför snabb ökning 25 av mängden tillfört slam undviks genom att man med korta intervall mäter halten av flyktiga fettsyror i rötslammet och tillser att halten flyktiga fettsyror hålls på en önskvärt låg nivå genom reglering av tillförseln av torkat material.

30 Sättet enligt uppfinningen kan utföras i flera seriekopplade reaktorer. Speciellt fördelaktigt är dock att genomföra den anaeroba rötningen i ett enda steg, eftersom detta sparar apparat- och underhållskostnader.

35 Beskrivning av föredragna utföringsformer

Fig 1 visar en första utföringsform av en anordning 1 för framställning av biogas. Anordningen 1 har en

behållare i form av en väsentligen gastät reaktor 2.

Reaktorn 2 har ett inlopp 4 för organiskt material, ett utlopp 6 för bildad biogas och ett utlopp 8 för bildat rötslam. En omrörare 10 håller det i reaktorn befintliga

5 materialet omrört.

Spannmål, som torkats till en torrsubstanshalt av 92 vikt% TS, förs från en ej visad förvaringssilo via en matningsledning 12 till en kvarn 14. I kvarnen 14 mals spannmålen till en genomsnittlig storlek av cirka 1 mm.

10 Den malda spannmålen matas via en matningsledning 16, som exempelvis kan utgöras av en skruvtransportör, till en förblandningstank 18. Förblandningstanken 18, som är en öppen tank, har en långsamgående omrörare 20. Omröraren 20 är av typen roterande skrapa och kan lämpligen likna

15 de omrörare som utnyttjas i bageriindustrin för beredning av bakdeg. En vattentillförselledning 22 är anordnad att mata väsentligen rent processvatten till förblandningstanken 18. Ett styrsystem 24 är anordnat att satsvis mata vatten via ledningen 22 och mald spannmål via ledningen

20 16 till förblandningstanken 18 i ett sådant förhållande att en torrsubstanshalt av 35 vikt% TS erhålls i förblandningstanken 18. Lämpligen utnyttjas en (ej visad) vågcell, som anordnas under förblandningstanken 18, för att styra tillsättningen av vatten och spannmål till

25 förblandningstanken 18. Då ett slam av spannmål och vatten har blandats till jämn konsistens i förblandningstanken 18 pumpas slammet via en ledning 26 av en pump 28 till reaktorns 2 inlopp 4 och in i reaktorn 2. För att åstadkomma en jämn vätskevolym i reaktorn 2 pumpas en motsvarande mängd rötslam ut via utloppet 8.

Fig 2 visar en annan utföringsform av uppförningen i form av en anordning 100. Anordningen 100 har en väsentligen gastät behållare i form av en reaktor 102 som har inlopp 104 för organiskt material, utlopp 106 för 35 bildad biogas, utlopp 108 för bildat rötslam och omrörare 110 av väsentligen samma utförande som de i fig 1 visade.

7732-15-14

Hans Pettersson

17

Torkat och pelleterat spannmålsrens leds från en ej visad förvaringssilo via en matningsledning 112 till en kvarn 114. I kvarnen 114 mals pelletten till en genom-
snittlig storlek av cirka 1 mm. Den malda pelletten matas
5 via en matningsledning 116 till en förblandningstank 118. Förblandningstanken 118, som är en väsentligen gastät behållare, har en långsamgående omrörare 120. En vätsketillförseddning 122 är anordnad att med hjälp av en ledning 123 och en pump 125 mata rötslam från reaktorn
10 102 till förblandningstanken 118. Ett styrsystem 124 är anordnat att satsvis mata rötslam via ledningen 122 och mald pellet via ledningen 116 till förblandningstanken 118 i ett sådant förhållande att en torrsubstanshalt av 35 vikt% TS erhålls i förblandningstanken 118. Då ett
15 slam berett av pellet och rötslam har blandats till jämn konsistens i förblandningstanken 118 pumpas slammet via en ledning 126 av en pump 128 till reaktorns 102 inlopp 104 och in i reaktorn 102. För att åstadkomma en jämn vätskevolym i reaktorn 102 pumpas en motsvarande mängd
20 rötslam ut via utloppet 108. I förblandningstanken 118 kommer en viss mängd biogas att utvecklas under blandningsförfarandet. En gasledning 130 bortför denna gas, som består av en blandning av bildad biogas och den luft som oavsettligt tillförs via matningsledningen 116,
25 till ett biofilter (ej visat) som bryter ned metan och luktande gaser. I den mån det är nödvändigt för att kunna hålla TS-halten i reaktorn 102 på önskad nivå kan rent processvatten tillföras för att späda ut slammet i reaktorn. Detta processvatten kan antingen tillföras
30 förblandningstanken 118 via en ledning 132 eller direkt till reaktorn 102 via en ledning 134.

Fig 3 visar schematiskt en tredje utföringsform av uppfinningen i form av en anordning 200. Pumpar och omrörare visas inte i fig 3, men det inses att sådana
35 utnyttjas på väsentligen motsvarande sätt som visats i fig 1 och 2. Anordningen 200 rötar en blandning av kogödsel, som tillförs en blandningstank 240 via en

Här följer en sammanfattning av

Figur 4 och dess teknik

Figur 4 visar en förbättrad förblandningstank

18

ledning 242 och slakteriavfall som tillförs blandnings-
tanken 240 via en ledning 244. Blandningstanken 240 är en
sluten tank som via en gasledning 243 avlutas till ett
(ej visat) biofilter, som bryter ned metan och luktande
5 gaser. Den blandning som åstadkommits i blandningstanken
240 leds via en ledning 246 till en hygieniseringstank
248 där blandningen upphettas till minst 70°C i
åtminstone 1 h i syfte att döda harmfulla bakterier. Den
10 hygieniserade blandningen, som har en torrsubstanshalt av
liknande slag som den reaktor 102 som beskrivits ovan och
således bland annat har ett utlopp 206 för bildad biogas
och ett utlopp 208 för bildat rötslam.

15 I syfte att förbättra biogasproduktionen i an-
ordningen 200 matas torkad spannmål via en matnings-
ledning 212 till en kvarn 214 där spannmålen mals till en
genomsnittlig storlek av cirka 1 mm. Via en matnings-
ledning 216 matas den malda spannmålen till en för-
20 blandningstank 218, som är av väsentligen samma typ som
beskrivits ovan avseende förblandningstanken 118. En
vätsketillförselledning 222 är anordnad att mata rötslam
från reaktorn 202 till förblandningstanken 218. Ett
styrsystem 224 är anordnat att satsvis mata rötslam via
25 ledningen 222 och mald spannmål via ledningen 216 till
förblandningstanken 218 i ett sådant förhållande att en
torrsubstanshalt av 35 vikt% TS erhålls i förblandnings-
tanken 218. Då ett slam berett av spannmål och rötslam
har blandats till jämn konsistens i förblandningstanken
30 218 pumpas slammet från förblandningstanken 218 till
reaktorn 202 via ett inlopp 204. En gasledning 230
bortför gas, som alstras vid blandningen i förblandnings-
tanken 218, till ett biofilter (ej visat) som bryter ned
metan och luktande gaser.

35 Fig 4 visar schematiskt en fjärde utföringsform av
uppförningen i form av en anordning 300. Pumpar och
omrörare visas inte i fig 4, men det inses att sådana

utnyttjas på väsentligen motsvarande sätt som visats i fig 1 och 2. Anordningen 300 rötar kogödsel och köttavfall. Kogödseln och köttavfallet matas via ledning 322 respektive ledning 323 till en väsentligen gastät tank 318 och blandas.

I syfte att förbättra biogasproduktionen i anordningen 300 matas torkat och pelleterat spannmålsrens via en matningsledning 312 till en kvarn 314 där pelleten mals till en genomsnittlig storlek av cirka 1 mm. Via en matningsledning 316 matas den malda pelleten till tanken 318, som i anordningen 300 således utnyttjas som förblandningstank och är av väsentligen samma typ som beskrivits ovan avseende förblandningstanken 118. I förblandningstanken 318 kommer en viss mängd biogas att utvecklas under blandningsförfarandet. En gasledning 330 bortför gas, som består av en blandning av bildad biogas, luft, som oavsiktligt tillförlts via matningsledningen 316, samt gaser alstrade av kogödseln och köttavfallet, från tanken 318 till ett biofilter (ej visat) som bryter ned metan och luktande gaser. Ett styrsystem 324 är anordnat att satsvis mata kogödsel och köttavfall via ledningarna 322, 323 och mald pellets via ledningen 316 till förblandningstanken 318 i ett sådant förhållande att en torrsubstanshalt av 35 vikt% TS erhålls i förblandningstanken 318. Då mald pellet, gödsel och köttavfall har blandats till ett slam med jämn konsistens i förblandningstanken 318 pumpas detta slam från förblandningstanken 318 via en ledning 326 till en hygieniseringstank 348 där slammet upphettas till minst 70°C i åtminstone 1 h i syfte att döda de harmfulla bakterier som eventuellt kan förekomma i slakteriavfallet. Det hygieniserade slammet pumpas från hygieniseringstanken 348 via ett inlopp 304 in i en reaktor 302, som är av liknande slag som den reaktor 2 som beskrivits ovan och således bland annat har ett utlopp 306 för bildad biogas och ett utlopp 308 för bildat rötslam.

INVENTIONSDESKRIFT

SÄTT 1 1 1 4

20

Flyttförmögenheten

Det inses att en mängd variationer av de ovan beskrivna utföringsformerna är möjliga inom uppfinningens ram, såsom den definieras av de efterföljande patent-
5 kraven.

Exempel 1.

Vid ett försök med rötning av spannmål utnyttjades en försöksanordning 400, som visas i fig 5, vilken 10 anordning 400 hade en gastät glasreaktor 402 med en volym av 5 liter. Vätskevolymen i reaktorn 402 hölls konstant på 3 liter. En propelleromrörare 410 (med ett varvtal av 300 rpm) utnyttjades för att åstadkomma fullständig omrörning i reaktorn 402. En ledning 406 ledde bildad gas 15 från reaktorn 402 till en gasmätare 412, som mätte volymen bildad gas. En tät glasgenomföring 404 utnyttjades för satsvis tillförsel av spannmål och inter- 20 mittent bortförande av bildat rötslam. Ett ej visat tempererat rum utnyttjades för att hålla temperaturen i glasreaktorn 402 konstant vid 37°C.

Vid starten av försöket infördes 3 liter rötslam från en fullskalig rötningsanläggning i reaktorn 402. Det 25 slam som rötades i den fullskaliga anläggningen hade det ursprung som framgår av tabell 1.

25

Tillförd produkt	Volymsandel
	%vol
Gödsel	5,4
Slakteriavfall	72,7
Övrigt*	21,9
Summa:	100

*i "Övrigt" ingår framförallt avfall från

livsmedelsproduktion och avfall från storkök

Tabell 1. Ursprung för material i fullstor anläggning.

30 Vid starten av försöket fanns således i reaktorn 402 ett aktivt rötslam innehållande en aktiv kultur av biogas-alstrande bakterier.

Ett Patent

2007-01-14

21

Hans-Joachim Kühn

Varje dygn satsades 10 g spannmål i reaktorn 402. Spannmålen bestod av 50% råg och 50% vete och förelåg i form av hela och rensade korn. Spannmålen maldes i en laboratoriekvarn av typen Retsch Mühl typ SR2 från Retsch 5 GmbH, DE, till en storlek av ca 1 mm. Torrsubstanshalten på den malda spannmålen var 91,6 vikt% TS och VS-halten var 96,7 vikt% VS. Således satsades varje dygn 8,68 g VS vilket motsvarade ca 3 g VS per liter reaktorvätska och dygn. Den malda spannmålen blandades med 18 ml vatten 10 till en substratblandning med en torrsubstanshalt av 35 vikt% TS och en volym av 25 ml. Av praktiska skäl var det nödvändigt att spåda ut substratblandningen med rötslam för att med hjälp av en spruta kunna införa den i reaktorn 402 via den tätta glasgenomföringen 404. Av detta 15 skål uttogs 100 ml rötslam per dygn. 75 ml av detta rötslam blandades med substratblandningen och infördes samman med substratblandningen i reaktorn 402. De återstående 25 ml av rötslammet kastades för att hålla volymen i reaktorn 402 konstant. Uppehållstiden i 20 reaktorn blev med ovan beskrivna satsning 120 dygn.

I fig 6 visas produktionen av biogas i enheten Nm^3 gas per tillsatt ton VS och dygn som funktion av antalet dygn efter start. Såsom framgår av fig 6 är produktionen till en början något ojämn. Från och med dygn 50 har 25 systemet kommit i jämvikt. Såsom framgår av fig 6 är den genomsnittliga produktionen av biogas från dag 50 till dag 70 ca 700 Nm^3 biogas per ton VS och dygn, varvid "Nm³" avser m^3 gas vid 0°C och $1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, och "ton VS per dygn" avser den mängd VS som satsas per dag. Räknat 30 på den satsade spannmålen var den genomsnittliga produktionen 616 Nm^3 biogas per ton spannmål och dygn. Räknat på torrsubstanshalten för satsad spannmål blev den genomsnittliga produktionen 673 Nm^3 biogas per ton TS och dygn. Den producerade biogasen samlades upp med jämta 35 mellanrum och analyserades med avseende på metanhalt. Vid stabil produktion var metanhalten 49-51 %. I fig 6 visas även pH i reaktorvätskan under försöket. Med undantag för

Int. Patent och registr.

1990-03-14

22

Herrn/Orten/Kontron

vissa störningar låg pH relativt stabilt i intervallet pH 7,3-7,5. Det uttagna rötslammet hade en torrsubstanshalt av 6,6 vikt% TS och en VS-halt av 89,4 vikt% VS, vilket motsvarade en utrötningsgrad av 83%.

5 Fig 7 visar halten av flyktiga fettsyror i rötslammet som funktion av antalet dagar från start. Såsom framgår varierar halterna av de olika fettsyrorna mycket under försökets första 50 dygn. Under dygn 50-70 stabiliseras halterna. En förklaring till detta är att
10 det tar tid för bakteriekulturen, som härrör från rötning av huvudsakligen animaliskt avfall, att anpassa sig till spannmålen. Det förekom även vissa försöksrelaterade problem under försökets inledning. Kring dygn 70 är halterna av samtliga fettsyror låga, vilket tyder på att
15 rötningsprocessen är effektiv och fungerar stabilt.

Exempel 2

En anordning 400 av den typ som beskrivits ovan
utnyttjades för försöket. Vid försökets start satsades 3
20 liter rötslam från den ovan nämnda fullskaliga anläggningen. Rötslammets ursprung framgår således av tabell 1 ovan.

Det substrat som tillfördes reaktorn 402 utgjordes
av spannmål och vall. Spannmålen bestod av 50% råg och
25 50% vete och förelåg i form av hela och rensade korn.
Spannmålen maldes i ovan nämnda laboratoriekvarn till en
storlek av ca 1 mm. Torrsubstanshalten på den malda
spannmålen var 91,6 vikt% TS och VS-halten var 96,7 vikt%
30 VS. Vallen bestod av en blandning av klöver och gräs och
hade en torrsubstanshalt av 30,8 vikt% TS och en VS-halt
av 92,2 vikt% VS.

Fyra dagar per vecka tillsattes endast mald spannmål
till reaktorn 402. Tillsatsen av spannmål var då 11,1
gram, vilket motsvarade 10 g VS. Tillsatsen av spannmål
35 gjordes medelst blandning av spannmål och vatten till en
torrsubstanshalt av 35 vikt% TS på liknande sätt som
beskrivs i exempel 1.

Int. Patent och registrat

00-79-40-14

23

Hans-Joachim Kasten

Övriga tre dagar per vecka tillsattes både spannmål och vall enligt följande: 300 ml rötslam togs ut ur reaktorn 402 och blandades under ca 1 minut med 25 g vall, vilket motsvarade 7 g VS, i en matmixer. 3,3 g mald spannmål, vilket motsvarande ca 3 g VS, blandades med 6 ml vatten till en blandning med 35 vikt% TS. Denna spannmålsblandning sattes till vallblandningen i matmixern varefter den samlade blandningen infördes i reaktorn 402 via glasgenomföringen 404. En viss mängd rötslam, ca 20 ml, togs ut och kastades varje dygn för att hålla volymen i reaktorn konstant. Räknat som ett genomsnitt under hela försöket tillsattes således 10 g VS per dygn, vilket motsvarade 3,3 g VS per liter reaktorvätska och dygn, varav 7 g VS per dygn var spannmål och 3 g VS per dygn var vall. Uppehållstiden i reaktorn 402 var ca 150 dygn.

I fig 8 visas produktionen av biogas per dygn i enheten Nm^3 biogas per tillsatt ton VS och dygn som funktion av antalet dygn efter start. Såsom framgår av fig 8 har systemet ännu efter 40 dygn inte stabilisering. Det kan dock utläsas av fig 8 att den genomsnittliga produktionen av biogas från dag 32 till dag 39 var ca 561 Nm^3 biogas per ton VS och dygn. Räknat på satsad spannmål och vall var den genomsnittliga produktionen 505 Nm^3 biogas per ton spannmål+vall och dygn. Räknat på torrsubstanshalten för satsad spannmål och vall blev den genomsnittliga produktionen 541 Nm^3 biogas per ton TS och dygn. Den producerade biogasen samlades upp med jämna mellanrum och analyserades med avseende på metanhalt. Vid försökets slut var metanhalten 50-51 %. I fig 8 visas även pH i reaktorvätskan under försöket. Med undantag för vissa störningar låg pH relativt stabilt i intervallet pH 7.5-7.8. Det uttagna rötslammet hade en torrsubstanshalt av 6,3 vikt% TS och en VS-halt av 83,9 vikt% VS. Halterna av flyktiga fettsyror var ungefär de samma som vid exempel 1, även om stabilitet ännu inte hade nåtts efter 40 dygn.

Ett försöksarbete

S. 14

24

Hans W. Karlsson

Av resultaten i exempel 2 framgår att även en så pass måttlig inblandning som 30% (räknat på satsad mängd VS per dygn) av ej torkad vall kraftigt försämrar gasproduktionen i reaktorn jämfört med om enbart spannmål rötas, som vid exempel 1. En orsak till detta kan vara att uttaget av så mycket som 300 ml rötslam för blandning med vall i matmixern har stört processen i reaktorn.

Exempel 3

10 En anordning 400 av den typ som beskrivits ovan utnyttjades för försöket. Vid försökets start satsades 3 liter rötslam från den ovan nämnda fullskaliga anläggningen. Rötslammets ursprung framgår således av tabell 1 ovan.

15 Varje dygn satsades 10 g pelleterat spannmålsrens i reaktorn 402. Spannmålsrenset bestod huvudsakligen av skal, strån och kasserade korn. Spannmålsrenset hade först torkats i ugn och sedan pelleterats i en pelleteringsmaskin. Pelleten maldes i ovan nämnda 20 laboratoriekvarn till en storlek av ca 1 mm. Torrsubstanshalten på den malda pelleten var 88,6 vikt% TS och VS-halten var 96,5 vikt% VS. Således satsades varje dygn 8,55 g VS vilket motsvarade knappt 3 g VS per liter reaktorvättska och dygn. Den malda pelleten 25 blandades med 18 ml vatten till en substratblandning med en torrsubstanshalt av 35 vikt% TS och en volym av 25 ml. Av praktiska skäl var det nödvändigt att spåda ut substratblandningen för att med spruta kunna införa den i den tätta glasgenomföringen 404. Av detta skäl uttogs 100 ml rötslam per dygn. 75 ml av detta rötslam blandades med substratblandningen och infördes samman med substrat- 30 blandningen i reaktorn 402. De återstående 25 ml av rötslammet kastades för att hålla volymen i reaktorn 402 konstant. Uppehållstiden i reaktorn blev med ovan beskrivna satsning 120 dygn.

35

I fig 9 visas produktionen av biogas per dygn i enheten Nm^3 biogas per tillsatt ton VS som funktion av

VÄSTERÅS 2002-08-14

-14-

25

Herrn Kjellsson

antalet dygn efter start. Såsom framgår av fig 9 är produktionen till en början något ojämn. Från och med dygn 50 blev produktionen stabil. Såsom framgår av fig 9 är den genomsnittliga produktionen av biogas från dag 50 till dag 70 ca 722 Nm³ biogas per ton VS och dygn. Räknat på den satsade pelleten var den genomsnittliga produktionen 616 Nm³ biogas per ton pellet och dygn. Räknat på torrsubstanshalten för satsad pellet blev den genomsnittliga produktionen 697 Nm³ biogas per ton TS och dygn. Den framställda biogasen samlades upp med jämma mellanrum och analyserades med avseende på metanhalt. Vid stabil gasproduktion var metanhalten 51-53 %. I fig 9 visas även pH i reaktorvätskan under försöket. Med undantag för vissa störningar låg pH relativt stabilt i intervallet pH 7.5-7.7. Det uttagna rötslammet hade en torrsubstanshalt av 6,8 vikt% TS och en VS-halt av 85,9 vikt% VS. Halterna av fettsyror var generellt lägre än vid exempel 1, vilket understryker att driften vid försöket var mycket stabil.

Av fig 9 framgår således att produktionen av biogas var väsentligen lika stor som vid exempel 1. I tabell 2 nedan har produktionen av biogas vid de tre försöken sammanställts. Så som framgår åstadkoms vid försöket i exempel 2, där vall tillsattes, en betydligt lägre gasproduktion än vid försöken i exempel 1 och 3.

Exempel	Substrat	Biogasproduktion
		Nm ³ biogas/(ton VS, dygn)
1	Spannmål	700
2	Spannmål+vall	561
3	Pelleterat spannmålsrens	722

Tabell 2. Sammanställning av försöksresultat

Det visade sig under försöken att de av mald spannmål respektive pelleterat spannmålsrens framställda substratblandningarna med en torrsubstanshalt av 35 vikt% TS var klart pumpbara även om de inte kunde injiceras i

Meddelande

0000-00-14

26

Meddelande

glasreaktorn 402 med hjälp av en spruta. Med hjälp av
mald spannmål kunde pumpbara substratblandningar med en
torrsubstanshalt av upp till 42 vikt% TS åstadkommas.

00
01
02
03
04
05
06
07
08

Klippningsmärkt

27

100-74

Namn: Mikael Kesson

PATENTKRAV

1. Sätt att framställa biogas genom anaerob rötning
5 av ett organiskt material, kännetecknat av
att ett organiskt material mals,
att det organiska materialet blandas med en vätska
för att bilda ett slam med en torrsubstanshalt av 15-45
vikt% TS,
10 att slammet bringas i kontakt med biogasalstrande
bakterier för rötning under anaeroba betingelser i en
reaktor (2; 102; 202; 302), och
att slammet rötas under alstring av biogas.
2. Sätt enligt krav 1, vid vilket slammets
15 torrsubstanshalt är 30-45 vikt% TS.
3. Sätt enligt något av krav 1 och 2, vid vilket
åtminstone hälften av slammets totala torrsubstanshalt
härrör från spannmål och/eller torkat spannmålsrens
och/eller blandningar därav.
- 20 4. Sätt enligt krav 3, vid vilket spannmålen
huvudsakligen föreligger i form av hela och rensade korn.
5. Sätt enligt något av föregående krav, vid vilket
ett organiskt material av annan typ än förstnämnda
organiska material också rötas i reaktorn (202; 302),
25 varvid åtminstone 10 vikt% av den totala torrsubstans som
införs i reaktorn härrör från i förstnämnda organiska
material ingående spannmål och/eller torkat
spannmålsrens.
- 30 6. Sätt enligt något av föregående krav, vid vilket
den vätska med vilken det organiska materialet blandas
är väsentligen rent vatten.
7. Sätt enligt något av krav 1-5, vid vilket den
vätska med vilken det organiska materialet blandas
åtminstone delvis tas ut ur reaktorn (2; 102; 202; 302).
- 35 8. Anordning för framställning av biogas genom
anaerob rötning av ett organiskt material, vilken
anordning innehållar en förslutbar, väsentligen gastät

Dok.Id: 00000000000000000000000000000000

Sida 14 av 14

28

Patentförteckning

reaktor (2; 102; 202; 302), som har ett inlopp (4; 104; 204; 304) för organiskt material och utlopp (6, 8; 106; 108; 206, 208; 306, 308) för bildad biogas och bildat rötslam, kännetecknad av att anordningen (1; 5 100; 200; 300) innehåller en förblandningstank (18; 118; 218; 318) för blandning av ett malt organiskt material med en vätska till ett slam med en torrsubstanshalt av 15-45 vikt% TS och en matningsledning (26, 4; 126, 104; 204; 304) för matning av slammet till reaktorn (2; 102; 10 202; 302).

9. Anordning enligt krav 8, vid vilken en kvarn (14; 114; 214; 314) är anordnad för malning av det organiska materialet innan detta införes i förblandnings- tanken (18; 118; 218; 318).

15 10. Anordning enligt något av krav 8-9, vid vilken en tillförselledning (122; 222) är anordnad för matning av vätska från reaktorn (102, 202) till förblandnings- tanken (118; 218).

20

Int. D. 1993 och registrerat

29

S 1993-03-14

Hans Mikael Kasson

SAMMANDRAG

Ett sätt att framställa biogas genom anaerob rötning
5 av ett organiskt material innehåller stegen

att ett organiskt material mals,

att det organiska materialet blandas med en vätska
för att bilda ett slam med en torrsubstanshalt av 15-45
vikt% TS,

10 att slammet bringas i kontakt med biogasalstrande
bakterier för rötning under anaeroba betingelser i en
reaktor (2), och att slammet rötas under alstring av
biogas.

En anordning (1) för framställning av biogas genom
15 anaerob rötning av ett organiskt material innehåller en
förslutbar, väsentligen gastät reaktor (2), som har ett
inlopp (4) för organiskt material och utlopp (6, 8) för
bildad biogas och bildat rötslam. Anordningen (1) har en
förblandningstank (18) för blandning av ett malt
20 organiskt material med en vätska till ett slam med en
torrsubstanshalt av 15-45 vikt% TS och en matningsledning
(26, 4) för matning av slammet till reaktorn (2).

25

30

35

Publiceringsbild: Fig 1

1/5

Inn. & Prakt. 20110712

Opp. -03- 14

Huvudtackan Kasson

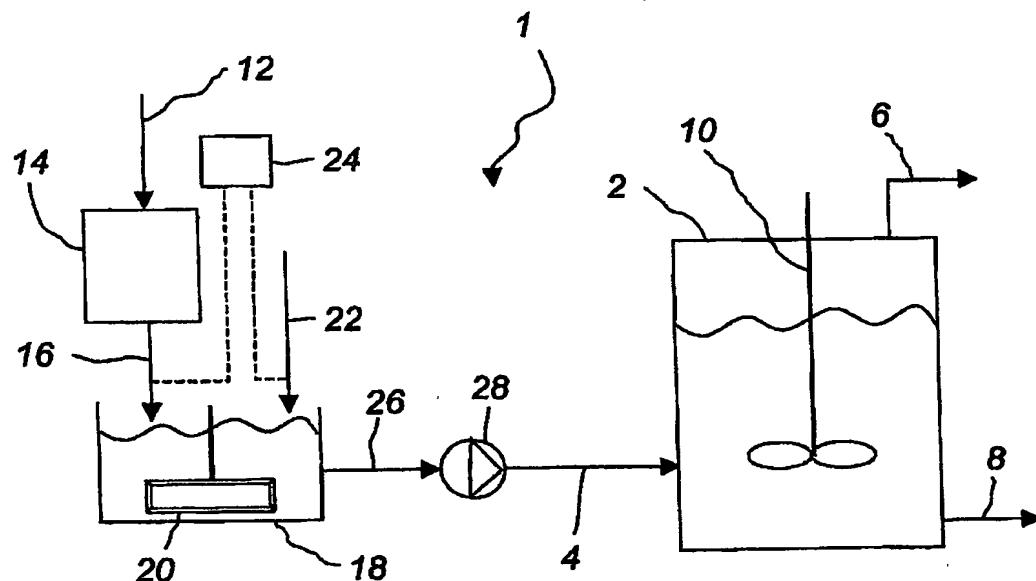


Fig. 1

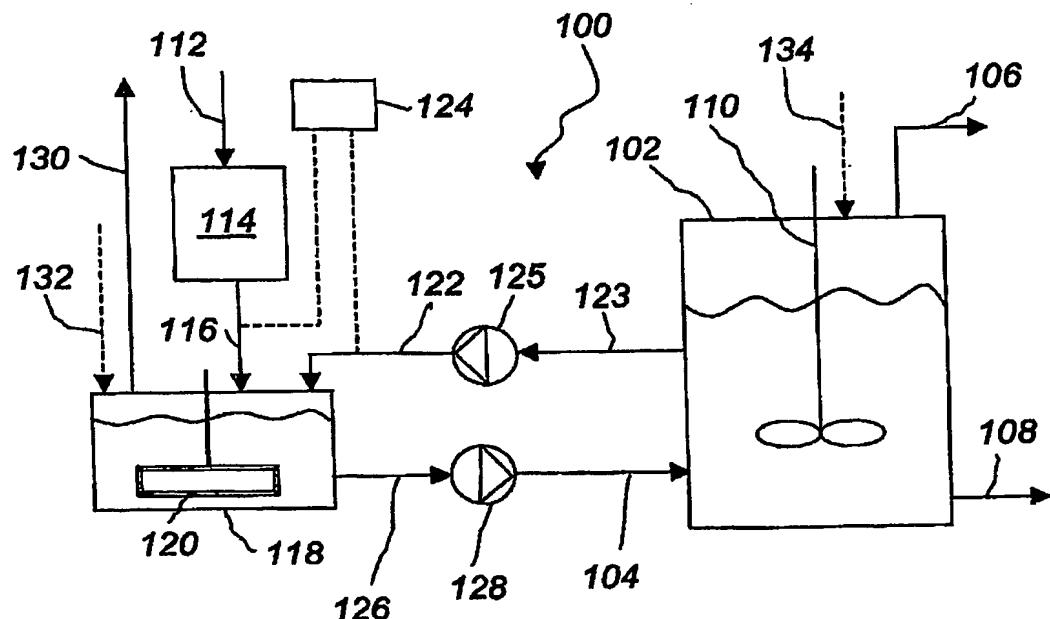


Fig. 2

2/5

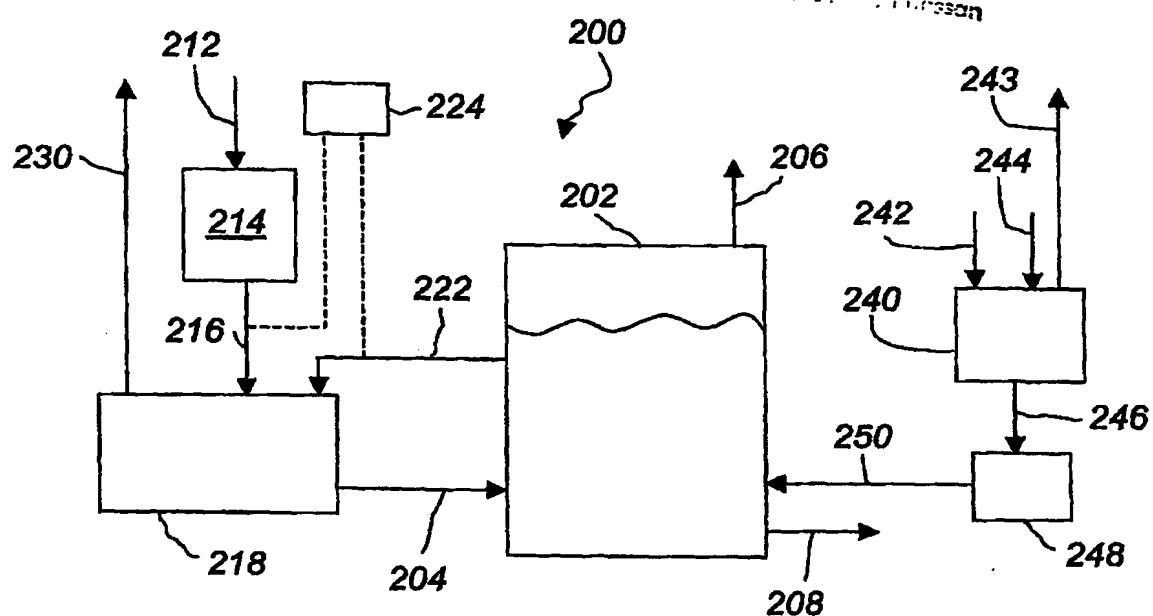


Fig. 3

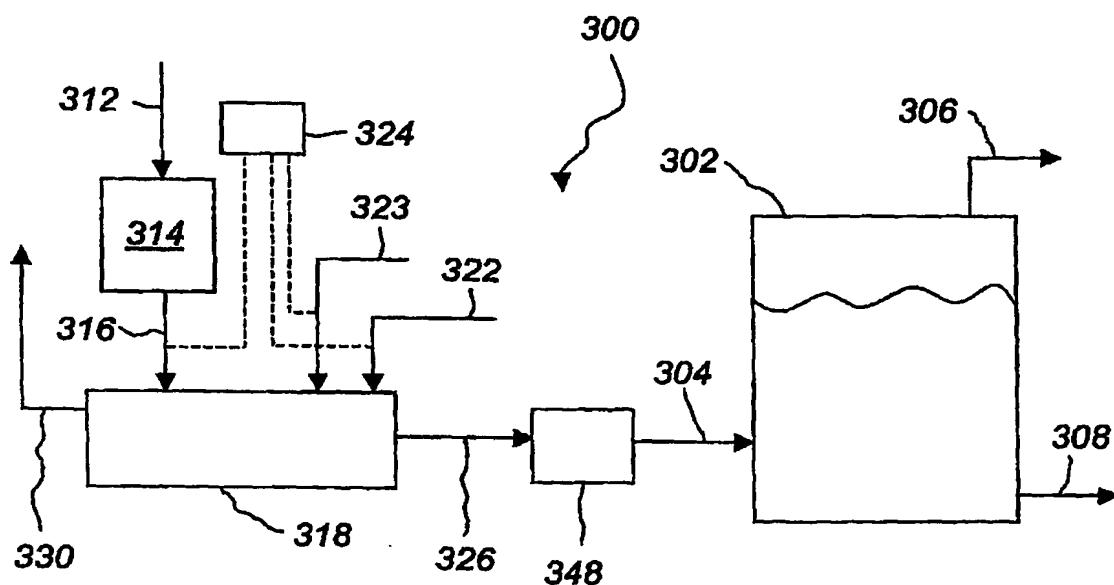


Fig. 4

Int. Cl. B01J 17/02

3002-03-14

Hanwell Green Process

3/5

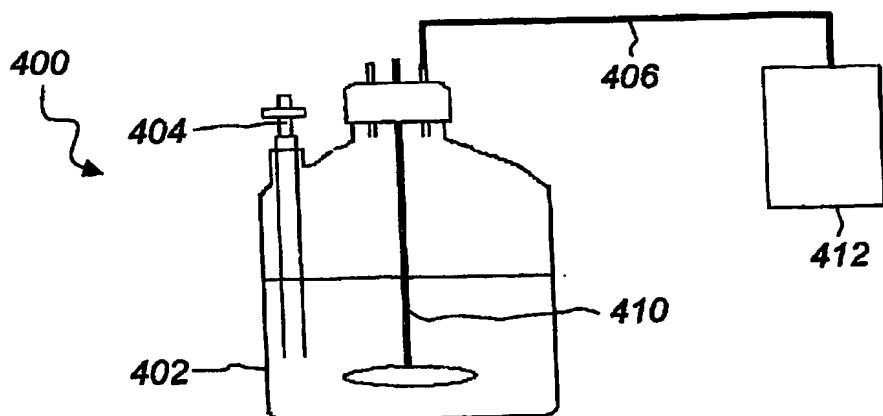
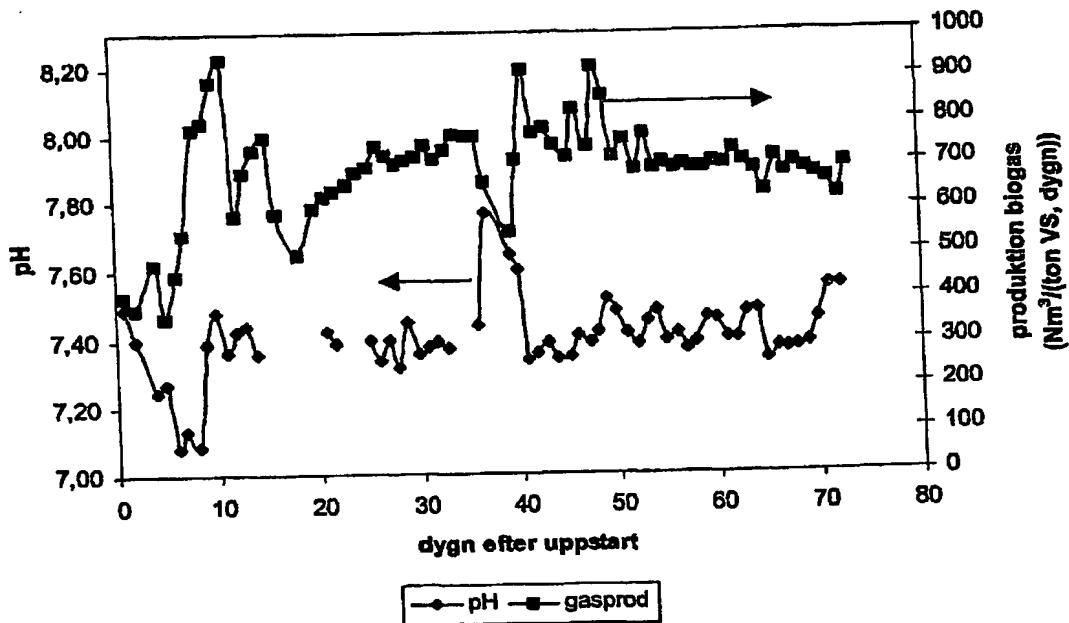


Fig. 5



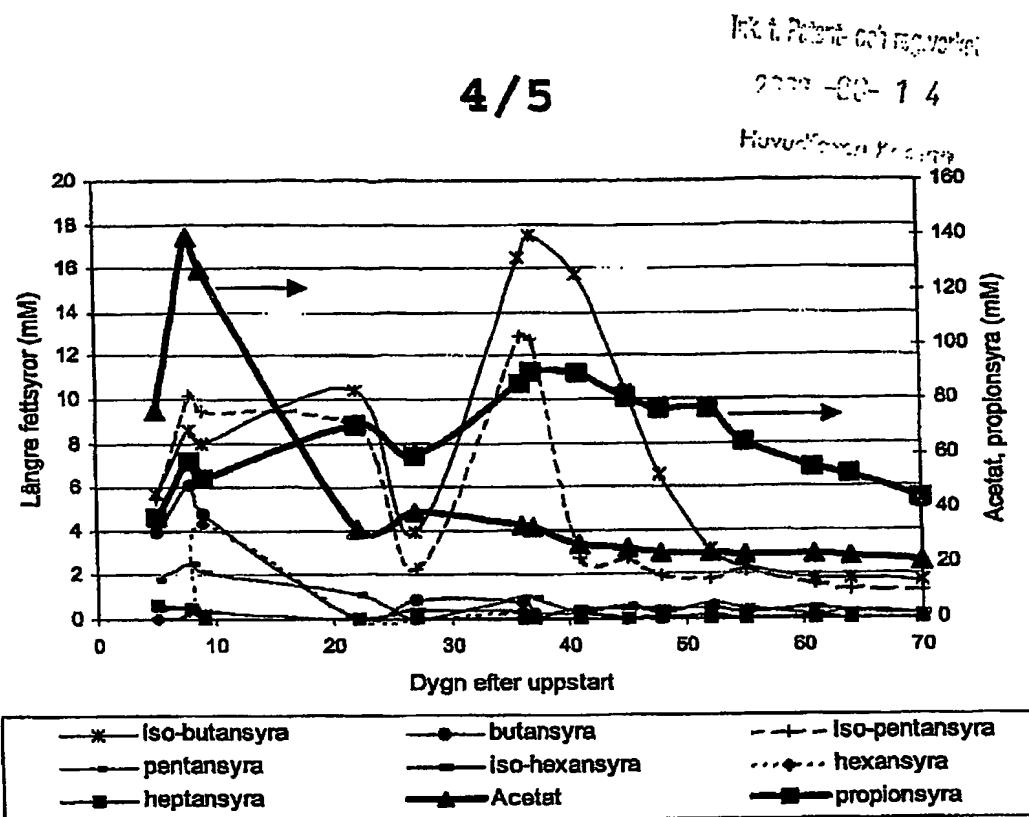


Fig. 7

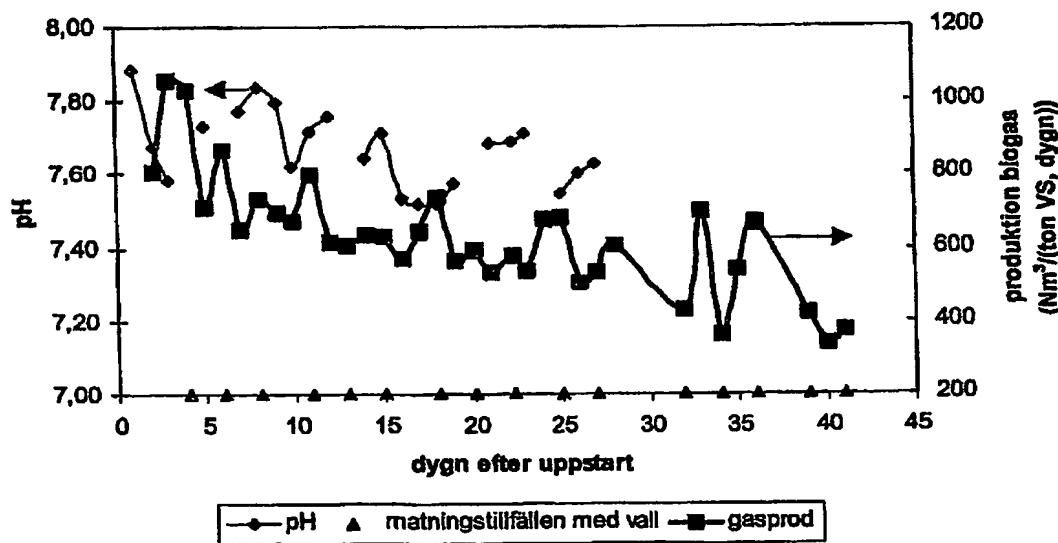


Fig. 8

EKA FERMENTATION

1997-05-14

5/5

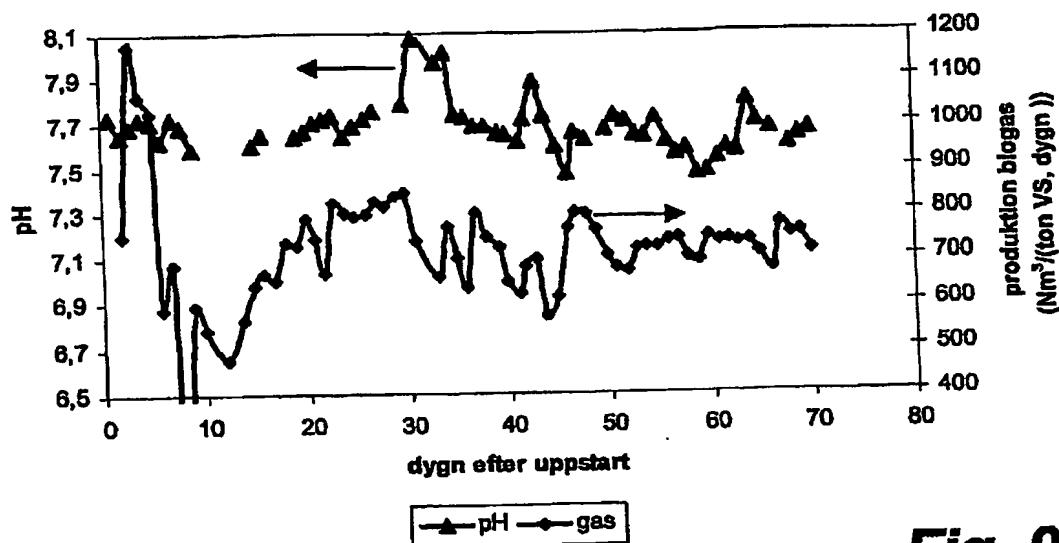


Fig. 9

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.